

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002139749
PUBLICATION DATE : 17-05-02

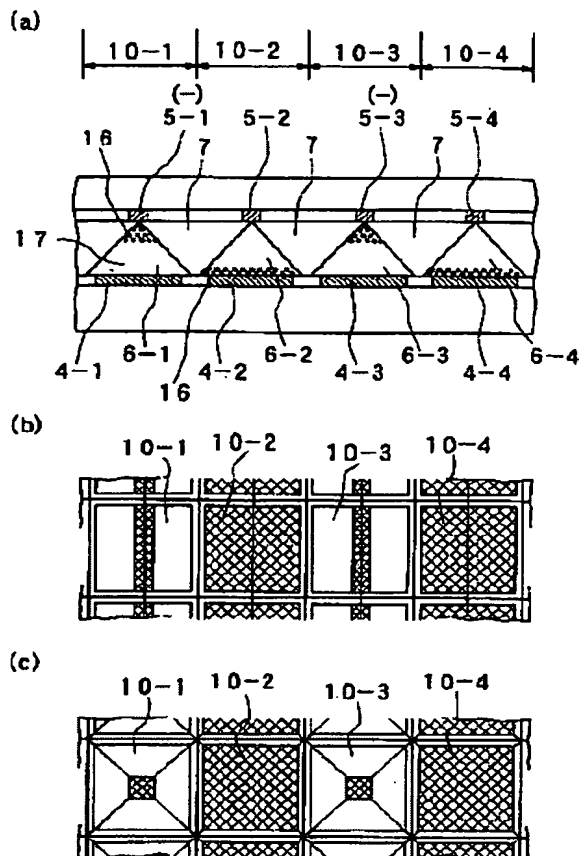
APPLICATION DATE : 31-10-00
APPLICATION NUMBER : 2000333654

APPLICANT : SEIKO EPSON CORP;

INVENTOR : SONEHARA TOMIO;

INT.CL. : G02F 1/167 G09G 3/20 G09G 3/34

TITLE : ELECTROPHORETIC DISPLAY DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrophoretic display device which is high in contrast and is decreased in crosstalks.

SOLUTION: Migration spaces where electrophoretic particles move are limited to a triangular shape by using triangular projection structures of a peak shape or pyramid shape. Electrodes are arranged in the bottoms and apexes of the migration spaces of the triangular shape and images are displayed by attracting and detaching the electrophoretic particles to and from the electrodes. The electrodes to be arranged at their apexes may be linear or dotted electrodes. When the electrophoretic particles come to the bottoms of the triangular shape, the electrophoretic particles spread to a planar form and the colors of the electrophoretic particles are displayed. When the electrophoretic particles come to the apexes of the triangular shape, the electrophoretic particles are confined into the narrow spaces and the circumferences thereof display the colors of the bottoms of the migration spaces. The electrophoretic display device which is enhanced in the contrast and is decreased in the crosstalks is obtained by limiting the migration spaces.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-139749

(P2002-139749A)

(43)公開日 平成14年5月17日(2002.5.17)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 F 1/167		G 0 2 F 1/167	5 C 0 8 0
G 0 9 G 3/20	6 1 1	G 0 9 G 3/20	6 1 1 D
	6 4 2		6 4 2 E
	6 8 0		6 8 0 G
3/34		3/34	C
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)			

(21)出願番号 特願2000-333654(P2000-333654)

(22)出願日 平成12年10月31日(2000.10.31)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 曾根原 富雄

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆 (外3名)

Fターム(参考) 5C080 AA13 BB05 DD10 DD30 JJ03

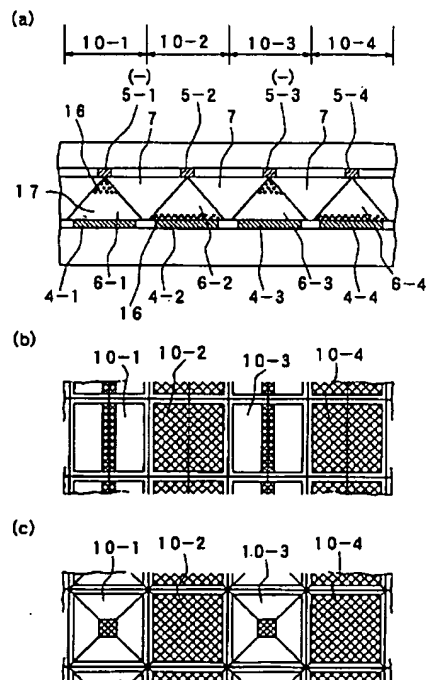
JJ06

(54)【発明の名称】 電気泳動表示装置

(57)【要約】

【課題】 コントラストが高く、クロストークの少ない電気泳動表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 山形もしくはピラミッド型の三角状突起構造体を使用して、電気泳動粒子が動く泳動空間を三角形に制限する。三角形の泳動空間の底部と頂点部に電極を配置して、電気泳動粒子を電極に吸着・離反させて画像表示する。その頂点部に配置する電極はライン状または点状の電極であっても良い。電気泳動粒子が三角形の底部にきた時は平面状に広がり、電気泳動粒子の色を表示する。電気泳動粒子が三角形の頂点部にきた時は狭い空間に閉じこめられ、その周囲は泳動空間の底部の色を表示する。泳動空間を制限することによってコントラストを高め、クロストークの少ない電気泳動表示装置とすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の電極が形成された第1の基板と、該第1の電極に対向配置された第2の電極を具備した第2の基板とを有し、前記第1の基板と前記第2の基板との間に断面が三角形の空間が構成されており、該三角形の空間の中に電気泳動粒子を分散させた泳動媒体を封入してなることを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項2】 前記三角形の空間が三角柱の陵体で構成されてなることを特徴とする請求項1に記載の電気泳動表示装置。

【請求項3】 前記三角形の空間が四角錐の連続体で構成されてなることを特徴とする請求項1に記載の電気泳動表示装置。

【請求項4】 前記第1の電極と前記第2の電極の形状が非対称であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の電気泳動表示装置。

【請求項5】 前記第1の電極が平面状であり、前記第2の電極が線状であることを特徴とする請求項4に記載の電気泳動表示装置。

【請求項6】 前記第1の電極が平面状であり、前記第2の電極が点状であることを特徴とする請求項4に記載の電気泳動表示装置。

【請求項7】 前記第2の電極が光透過性電極であることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の電気泳動表示装置。

【請求項8】 前記三角形の空間が光回帰性構造体であることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれかに記載の電気泳動表示装置。

【請求項9】 駆動方法が、単純マトリクス方式であることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の電気泳動表示装置。

【請求項10】 駆動方法が、アクティブマトリクス方式であることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の電気泳動表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電気泳動表示装置に関し、特に表示画面のコントラストが鮮やかで、美しい画面を提供できる、クロストークの少ない新規な構造の電気泳動表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、情報機器の発達はめざましく、解像度が高く、低消費電力でかつ薄型の表示装置の要求が高まり、研究開発が続けられている。中でも液晶表示装置は液晶分子の配列を電氣的に制御して、液晶の光学的特性を変化させることができ、上記ニーズに対応できる表示装置として期待され、大型画面を持った液晶表示装置も開発されている。しかしながらこれらの液晶表示装置では、画面を見る角度や反射光による画面の見づらさ、光源のちらつき（フリッカ）、低輝度から来る視覚

への負担増といった問題を抱えている。低消費電力、視覚の負担軽減などの観点から反射型の表示装置が期待されており、その一つである電気泳動表示装置も表示画質が美しく、メモリー性を有していることから、特に静止画像の表示装置として注目されている。

【0003】図8は、電気泳動表示装置の要部を示す概略構成図である。図8に示すように、対向面におのの酸化インジウム錫（Indium Tin Oxide: ITO）等の透明電導膜からなる表示用の電極4、5を形成した2枚のガラス等からなる基板2、3を対向配置させ、適度な間隔を保たせるためにスペーサー18を使用して周囲を封止部材15で封止して、液体泳動媒体17に電気泳動粒子16を分散させた分散系媒体を2枚の基板で構成する泳動空間6内に封入する。この構造の電気泳動表示装置は、表示用電極4、5に表示駆動用電圧を印加して、電気泳動粒子16を表示用の電極4、5に吸着・離反させるように泳動媒体17に電界を作用させ、電気泳動粒子16の分布状態を変えることによって文字、記号又は図形等の所望の表示動作を行わせるものである。

【0004】一般に、電気泳動表示装置では電気泳動粒子を使用して表示するため、液晶表示装置では味わえない画像の鮮明さを得ることができる。電気泳動粒子の移動に時間を要するためメモリー性を有し、動く画像には追従できないものの、静止画像ではメモリー性を利用して鮮明な画像を表示するものとして注目されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の電気泳動表示装置では、コントラストがまだ不十分であり、クロストークも多く、これに起因してコントラストや視野角が劣り、十分鮮明な画像が得られていないという問題があった。本発明は、よりコントラストが高く、クロストークの少ない表示画面を得るための新規な電気泳動表示装置を提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の電気泳動表示装置では、第1の電極が形成された第1の基板と、該第1の基板に対向配置された第2の電極を具備した第2の基板とを有し、前記第1の基板と前記第2の基板との間の断面が三角形の空間に構成されており、該空間の中に電気泳動粒子を分散させた泳動媒体を封入した電気泳動表示装置とした。このように電子泳動粒子が一方の電極に吸着される際に、電気泳動粒子の泳動空間を三角形の頂点付近に狭く制限することにより、電子泳動粒子の存在密度を高め、従来よりもコントラストの高い鮮明な画像とすることが可能となる。

【0007】本発明においては、前記三角形の空間として三角柱の陵体で構成された空間を利用することができる。また、前記三角形の空間として四角錐の連続体で構成された空間であっても良い。三角形で区切られた狭い空間に電気泳動粒子を閉じこめることによって粒子を集

中させ、従来よりもコントラストの高い鮮明な画像とすることが可能となる。

【0008】本発明においては、前記第1の電極と前記第2の電極の形状を非対称に形成することができる。本発明においては、前記第1の電極は平面状とし、前記第2の電極は線状あるいは点状であっても良い。片方の電極は、画素一面に電気泳動粒子を分散させて吸着させるために平面状に形成しておき、もう片方の電極は電気泳動粒子を三角形の空間の頂点に集めるためであるから、三角形の空間の頂点部のみ電極があれば足りる。したがって三角形の頂点に線状あるいは点状に形成しても良い。また、本発明においては前記第2の電極を光透過性電極の電極とするのが良い。視野側の電極を透明にして泳動空間底部の色が見えるようにするためである。

【0009】本発明においては、前記三角形の空間として光回帰性構造体を使用することもできる。このような構造体を使用すれば、入射光を反射させて入射側に取り出し、明るい画像を得ることができる利点を有するものとなる。

【0010】本発明における駆動方法は、単純マトリクス方式あるいはアクティブマトリクス方式のいずれも使用することができる。単純マトリクス方式とすれば電極構造が簡単になり、静止した単純な表示画面においては機能を発揮させるのに十分なものとなる。また、アクティブマトリクス方式とすれば、構造はやや複雑になるものの、各画素毎に制御することができるので、より複雑な表示画面に対応できるようになる。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明の電気泳動装置を説明する概略構成図である。図1に示す電気泳動表示装置1は、第1の電極4が設けられた第1の基板2と、第2の電極5が設けられた第2の基板3が対向して配置され、2枚の基板2、3の間には三角状突起構造体7で仕切られた泳動空間6が構成されている。三角状突起構造体7は図示するように断面が三角形に構成されており、三角形の断面の間にやはり断面が三角形の泳動空間6が形成される。泳動空間6内には電気泳動粒子16を分散させた液体の泳動媒体17が充填されている。泳動空間6は周囲の三角状突起構造体7で仕切られているので、その頂上部6aは下部6bよりも狭くなっている。また、第1の電極4は、泳動空間6の三角形の下部6bに沿って平面状に形成されており、一方、対向する第2の電極5は、図1の例では泳動空間6の頂上部6aの位置に線状ないしは点状に形成されている。各電極4、5の間隙は、絶縁層9で隔離されている。ここで、泳動空間6の三角形の底辺に沿って平面状に形成された第1の電極4の範囲が個々の画素10となる。

【0012】ここで使用する三角状突起構造体7の例を図2に示す。図2(a)は、三角状突起構造体7を構成する三角柱7aを外観斜視図で示した。この三角柱7a

の断面Sは図示のように三角形をなしている。この三角柱7aを多数個平行に並べると、断面を三角形とする図1に示すような泳動空間6が形成される。図2(a)に示す三角柱の下側の稜線6aが図1に示す泳動空間6の頂上部6aとなる。図2(b)は、三角状突起構造体7を構成する四角錐の連続体7bを外観斜視図で示したものである。この四角錐の連続体7bを上述と同様に多数個平行に並べると、断面を三角形とする図1に示すような泳動空間6が形成される。図2(b)に示す四角錐の連続体7bの底面の各頂点6aが図1に示す泳動空間6の頂上部6aとなる。

【0013】次に、図3を使用して本発明の電気泳動表示装置の画面表示機能について説明する。図3は本発明の電気泳動表示装置の電極に電圧を印加した場合の断面を示した図で、泳動空間6-1~6-4には例えばゼータ電位がプラス(+)に帯電した電気泳動粒子16を分散させた泳動媒体17が充填されている。今、画素10-1及び10-3では第1の電極4-1及び4-3に基準電位よりプラス(+)の電位を印加し、第2の電極5-1及び5-3には基準電位よりマイナス(-)の電位を印加する。一方、画素10-2及び10-4では第1の電極4-2及び4-4に基準電位よりマイナス(-)の電位を印加し、第2の電極5-2及び5-4には基準電位よりプラス(+)電位を印加する。するとプラス(+)に帯電した電気泳動粒子16は、マイナス(-)電位の電極の方に引き寄せられ、図3(a)に示すように画素10-1及び10-3では電気泳動粒子16は泳動空間6の頂上部に集合する。一方、画素10-2及び10-4では電気泳動粒子16は泳動空間6の底部のプラス(+)電位の電極の方に引き寄せられ、泳動空間6の底部に広がって吸い寄せられる。

【0014】この状態を電気泳動表示装置の表示面側から見たのが図3(b)及び図3(c)である。図3

(b)は三角状突起構造体7として図2(a)に示した三角柱7aを使用した場合の画面表示例を示したものであり、図3(c)は三角状突起構造体7として図2

(b)に示した四角錐の連続体7bを使用した場合の画面表示例を示したものである。三角状突起構造体7として図2(a)に示した三角柱7aを使用した場合の画面表示は、図3(b)に示すように視野側の第2の電極がマイナス(-)の電位に印加された画素10-1及び10-3では、画素中央に電気泳動粒子16の色を示す線状の像が現れ、画素の両側は泳動媒体17の色、電極の色もしくは透明電極の下にある基板2あるいは着色板の色になる。一方、視野側の第2の電極がプラス(+)の電位に印加された画素10-2及び10-4では、画素全面が電気泳動粒子16の色に表示される。

【0015】三角状突起構造体7として図2(b)に示した四角錐の連続体7bを使用した場合の画面表示は、図3(c)に示すように視野側の第2の電極がマイナス

(一)の電位に印加された画素10-1及び10-3では、画素中央に電気泳動粒子16の色を示す点状の像が現れ、画素の周辺部は泳動媒体17の色、電極4の色もしくは透明電極の下にある基板2あるいは着色板の色になる。一方、視野側の第2の電極がプラス(+)の電位に印加された画素10-2及び10-4では、画素全面が電気泳動粒子16の色に表示される。

【0016】このように本発明の電気泳動表示装置によれば、着色した電気泳動粒子の色と、着色した泳動媒体、着色した電極もしくは着色した画素底部の色を使用して、コントラストの高い2色表示画像を得ることができる。印加する電圧を調整することにより、電気泳動粒子の分散・集合状態を調整して、中間色に色あいを制御することも可能である。本発明の電気泳動表示装置の表示画像は、コントラストが高く、色鮮やかなので静止画像を主体とした標識表示等に最適である。

【0017】本発明で使用する三角状突起構造体7は、透明なガラスあるいはアクリル樹脂等の合成樹脂で作成したものが利用できる。透明な素材をエッチングしたりプレス成形して、三角状突起構造体を多数平行に並べたものを得ることができる。

【0018】本発明で使用する電気泳動粒子は、表示装置の寿命、コントラスト、解像度等の観点から、液体中に安定して分散し、単一の極性を有するとともに、その粒径分布が狭いことが望ましい。また粒径は0.1 μ mから5 μ m程度が好ましい。この程度の粒径であれば光散乱効率が低下せず、電圧印加時において充分な応答速度が得られる。このような電気泳動粒子の材料としては、例えば酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、酸化鉄、酸化アルミニウム、セレン化カドミウム、カーボンブラック、硫酸バリウムクロム酸鉛、硫化亜鉛、硫化カドミウム等の無機顔料粒子、あるいはまたフタロシアニンブルー、フタロシアニングリーン、ハンザイエロー、ウオッチングレッド、ダイアリーライトイエロー等の有機顔料粒子を用いることができる。これらの顔料粒子はそれぞれ固有の色をしているので、構成する画像に合わせて選択すればよい。また、例えばポリエチレンやポリスチレン等の樹脂にカーボンブラックを混ぜて着色した粒子を用いても良い。これらに粒子は、通常はプラス(+)の表面電位(ゼータ電位)を有している。

【0019】本発明において上記電気泳動粒子を分散させる泳動媒体としては、電気泳動粒子に対する溶解能が小さくて電気泳動粒子を安定して分散させることができ、イオンを含まずにかつ電圧印加によりイオンを生じない絶縁性の液体が望ましい。さらに、電気泳動粒子と比重がほぼ等しく、電圧印加時における電気泳動粒子の移動のし易さの観点から、粘性の低い液体が好ましい。このような泳動媒体として使用することができる絶縁性の流動媒体としては、例えばヘキサン、デカン、ヘキサデカン、ケロセン、トルエン、キシレン、オリーブ油、

リン酸トリクシレン、イソプロパノール、トリクロロトリフルオロエタン、ジブロモテトラフルオロエタン、テトラクロロエチレン、ジヨードメタン、クロルナフタリン、プロモベンゼン、テトラブロモメタン、シリコンオイル等が使用できる。なお、電気泳動粒子の浮沈防止のために電気泳動粒子との比重調整を行う場合などには、上記流体の混合流体の使用も可能である。また、上記泳動媒体は無色透明なものであっても良く、あるいは着色したものであっても良い。泳動媒体が無色透明な場合には、電気泳動粒子が三角状突起構造体の頂点部に集合した画素は、三角状突起構造体底部の電極あるいは基板の色を呈することとなる。また、着色した泳動媒体を使用した場合は、電気泳動粒子が三角状突起構造体の頂点部に集合した画素は、泳動媒体の色を呈することとなる。

【0020】本発明において、泳動媒体に対する電気泳動粒子の混合割合は、例えば重量割合で1重量%から20重量%が好ましい。電気泳動粒子の泳動性が阻害されない限り特に制限は無い。本発明において、電気泳動粒子の電荷を増加させるために、あるいは極性を揃えるために必要に応じて泳動媒体に界面活性剤や樹脂等の添加剤を加えることもできる。

【0021】本発明において適当な泳動空間の厚さは、電気泳動粒子の直径よりも大きく、粒子の運動を妨げない限り特に制限されるものではないが、電圧印加時に早い応答速度を得るためには電気泳動粒子の移動距離があまり長くない方が好ましい。このような観点からすれば、泳動空間の厚さは5 μ mから200 μ m程度が好ましい。このような電気泳動表示装置では、液晶表示装置に比較して電極間の間隙の距離が大きいので、非選択の電極に信号電流が漏れるクロストーク現象が起こり難く、これに起因するコントラストや視野角に係わる画像劣化が生じ難く、鮮明な画像が得られる。

【0022】本発明で使用する電極材料としては、銀、アルミニウム、金、銅、白金、白金黒などの良導電性の金属膜、あるいはインジウム錫酸化物(Indium Tin Oxide: ITO)、酸化錫、酸化インジウム、ヨウ化銅等の透明導電膜が利用できる。反射光を利用する表示方式の場合には、視野側の電極には透明電極を、視野側と反対側の電極には不透明な金属電極を利用することができる。また、視野側と反対側の電極にも透明電極を使用し、透明電極の下にカラーパネルを配置するか、あるいはカラー着色基板を使用して、表示画面の色彩を選択するようにすることもできる。一方、透過光を利用する表示方式の場合には、視野側の電極及び視野と反対側の電極にも透明電極を使用する必要がある。

【0023】これらの電極材料は、基板上に蒸着、スパッタリング等の手段で薄膜を形成した後、フォトリソグラフィなどの通常の方法を使用して所定の電極パターンを形成する。この際、泳動空間6の底辺にある電極は

平面状に形成する。表示画面の形式によって、1枚の共通電極やストライプ状の共通電極とすることもできる。また、三角状突起構造体7により形成される泳動空間6の頂点6aに配置される電極は、各画素を貫くようにストライプ状に形成しても良いし、各画素毎にマトリクス状に形成することもできる。三角柱状の突起構造体を使用する場合には、三角状突起構造体7の頂点の稜線に沿った細い線状に形成することもできる。また、四角錐の連続体からなる三角状突起構造体7を使用する場合には、三角状突起構造体7により形成される泳動空間6の頂点にのみ、マトリクス状に電極を形成することもできる。各電極間は絶縁層を用いて保護しておく。

【0024】各画素の駆動方式は、表示方法と電極の配置方法により、単純マトリクス方式または駆動素子を使用したアクティブマトリクス方式とすることができる。静止画像を対象とすることが多いことから、セグメント方式にも応用して使用することができる。両電極間に印加する直流電圧は、両電極間の距離や分散系媒体の種類にも依るが、概ね10～50V程度が適する。

【0025】本発明の電気泳動表示装置では、三角状突起構造体を光回帰性構造体とすることにより、入射光をそのまま反射させて入射光側に視野をおいて表示画像を見ることが出来る。光回帰性構造体とは、その概略構造を図7に示すように、入射した光 L_1 が三角状突起構造体7の表面で2回全反射して元の方向に戻る機能を有した反射構造体である。このような光回帰性構造体は先に図2に示した三角状突起構造体7の表面に、誘電性多層膜を形成することにより得ることができる。また、三角状突起構造体7の屈折率を低屈折率に選定し、高屈折率の泳動媒体を選択することによっても達成することができる。本発明の電気泳動表示装置に光回帰性構造体を使用すれば、図7に示すように電気泳動粒子16が泳動空間6底の三角形の頂点部に集合した画素10-1では、全反射を起こして自然光の反射像として認識され、電気泳動粒子16が泳動空間6の平面部に吸着された画素10-3では、電気泳動粒子16の反射像が認識される。電気泳動粒子16を黒色で形成しておく、入射光が吸収されて黒色の画像として認識される。このようにして、入射光側の方向に反射光を取り出すことにより、明るくてコントラストの高い画面表示とすることができる。

【0026】(第1の実施形態)三角状突起構造体として図2(b)に示すような四角錐の連続体を使用して、図1に示す断面構造と同様の断面構造を有する電気泳動表示装置を作成する。第1の基板2には、厚さ1mmの黒色の顔料を分散させた黒色ガラス板を使用する。また、第2の基板3には厚さ1mmの透明なガラス板を使用する。第1の基板2の表面には、インジウム錫酸化物(ITO)薄膜を厚さ約0.5 μm に真空蒸着して形成した後、フォトリソグラフィーを使用して各画素の底辺

に沿って所定の幅にバターニングし、ストライプ状の透明な第1の電極4を形成する。一方、第2の基板3の表面にも厚さ約0.5 μm のITO薄膜を真空蒸着して形成した後、フォトリソグラフィーを使用して各画素の中心の位置に一辺が約10 μm の透明な第2の電極5をマトリクス状に形成する。三角状突起構造体7には、透明なアクリル樹脂をプレス成形して、底辺が約140 μm の正方形で、高さが約100 μm のピラミッド状の突起を連続させて形成する。このようにして準備した第1の基板2と第2の基板3及び三角状突起構造体7を、図1に示すように三角状突起構造体7の頂点が第2の基板3の所定の位置にくるように合わせ、第1の基板2を第1の電極4が各画素の中心に来るように重ね合わせて、周囲を図示しない封止部材を使用して張り合わせる。

【0027】分散系媒体としては以下のように準備する。電気泳動粒子16としては、平均粒径2 μm の高純度白色酸化チタン(TiO_2)を使用する。また、泳動媒体17としてはシリコンオイルを用い、両者を電気泳動粒子16の混合割合が5重量%となるように配合する。さらに分散安定性の向上のために微量に界面活性剤を添加し、分散系媒体とする。この場合電気泳動粒子16の表面のゼータ電位は正(プラス)に帯電している。このように調整した分散系媒体を、第1の基板2と第2の基板3との間の三角状突起構造体7によって形成された、断面が三角形の泳動空間6の中に封入して、電気泳動表示装置とする。

【0028】以下に、このようにして構成された電気泳動表示装置の駆動動作を説明する。まず、図示しない電気回路により第1及び第2の電極4、5に直流電圧を印加できるように接続する。この際に例えば、ストライプ状の第1の電極4は、各ストライプ毎に基準電位を印加できるように電気回路を設定し、マトリクス状の第2の電極5には、各電極毎に基準電位に対してプラス(+)又はマイナス(-)の電位を印加できるように電気回路を設定する。このように接続して、各画素毎に基準電位に対してプラス(+)又はマイナス(-)の電位を印加するように電気回路を制御する。電圧は両電極間の距離や分散系媒体の種類にも依るが、概ね10～50V程度が適する。

【0029】各画素の表示は以下の通りとなる。第1の電極4が基準電位に印加され、第2の電極5に基準電位に対してマイナス(-)の電位が印加された画素では、電気泳動粒子がプラス(+)に帯電している、電気泳動粒子は第2の電極5側に吸着し、ピラミッド状の泳動空間6の頂点6a部に集中する。従って図3(c)の画素10-1、10-3の示すように、画素の中央に小さな正方形の酸化チタンの白色像が現れる。画素の周辺部は泳動媒体17と第1の電極4を透過して、第1の基板2を見ることになるので、第1の基板2の黒色が表示される。この結果、画素10-1、10-3では中心部

に小さな白色点を有するほぼ黒色の画像となる。

【0030】一方、第1の電極4が基準電位に印加され、第2の電極5に基準電位に対してプラス(+)の電位が印加された画素では、電気泳動粒子がプラス(+)に帯電しているため、電気泳動粒子は第1の電極4側に吸着し、ピラミッド状の泳動空間6の底部に広がって集まる。従って図3(c)の画素10-2、10-4の示すように、画素全体が酸化チタンの白色像となる。このようにして各画素に印加する極性を制御することにより、コントラストが高く鮮明な白黒画像を得ることができる。

【0031】(第2の実施形態)第1の実施形態と同様に、三角状突起構造体として図2(b)に示すような透明なアクリル樹脂からなる、底辺が約140 μ mの正方形で、高さが約100 μ mのピラミッド状の突起を連続させた連続体を使用して第1の電極を全面に形成した以外は、図1に示す断面構造と同様の断面構造を有するように、電気泳動表示装置を作成する。第1の基板2には、厚さ1mmのガラス板を使用する。また、第2の基板3には厚さ1mmの透明なガラス板を使用する。第1の基板2の表面の全面には、白金/白金黒薄膜を厚さ約1.0 μ mに真空蒸着して黒色の第1の電極4を形成する。一方、第2の基板3の表面にも厚さ約0.5 μ mのITO薄膜を真空蒸着して形成した後、フォトリソグラフィを使用して各画素の中心の位置に一边が約10 μ mの透明な第2の電極5をマトリクス状に形成した。このようにして準備した第1の基板2と第2の基板3及び三角状突起構造体7を、図1に示すように三角状突起構造体7の頂点を第2の基板3の所定の位置にくるように合わせ、第1の基板2を第1の電極4が各画素の中心に来るように重ね合わせて、周囲を図示しない封止部材を使用して張り合わせる。

【0032】分散系媒体としては以下のように準備した。電気泳動粒子16としては、平均粒径2 μ mの高純度白色酸化チタン(TiO₂)を使用した。また、泳動媒体17としてはトルエンを用い、両者を電気泳動粒子の混合割合が5重量%となるように配合する。さらに分散安定性の向上のために微量に界面活性剤を添加し、分散系媒体とする。この場合電気泳動粒子16の表面のゼータ電位は正(プラス)に帯電している。このように調整した分散系媒体を、第1の基板2と第2の基板3との間の三角状突起構造体7によって形成された、断面が三角形の泳動空間6の中に封入して電気泳動表示装置とする。

【0033】本実施の形態の電気泳動表示装置では、画像表示領域を構成するマトリクス状に形成された複数の画素10を、薄膜トランジスタ(Thin Film Transistor: TFT)で制御するアクティブマトリクス表示方式を採用する。本実施の形態の電気泳動表示装置では、平面状の第1の電極4を共通電極として基準電位を与

え、マトリクス状に配置された第2の電極5をTFT制御して、プラス又はマイナスの電位を印加して画像表示する。図4は本発明で使用するTFT制御駆動回路の等価回路を示す図である。図において走査線31はTFT30のゲート電極にパルス的に走査信号を送り込むための配線であり、データ線35はTFT30のソース電極に画像信号を送り込むための配線である。走査線31とデータ線35の間には各画素毎に、画素を駆動するためのTFT30が接続されている。TFT30のドレイン電極は、電気泳動表示装置の各画素の第2の電極5に接続されており、TFT30の作動によって、各画素に第1の電極4の基準電位に対してプラス(+)の電位又はマイナス(-)の電位を印加するように構成してある。また、TFT30のドレイン電極には、保持容量70が第2の電極5と並列に接続されており、保持された画像信号がリークするのを防ぐ役目を担っている。

【0034】以下に、このようにして構成された電気泳動表示装置の駆動動作を説明する。まず、図示しない電気回路装置により第1の電極4に基準電位を与え、第2の電極5には基準電位に対してプラス(+)又はマイナス(-)の電圧を印加できるように接続する。このように接続して、TFT制御を利用して各画素毎にプラス・マイナスの所望の電位に制御できるように駆動回路を構成して、直流電圧を印加する。

【0035】各画素の表示は以下の通りとなる。第2の電極5に基準電位に対してプラス(+)の電位が印加された画素では、電気泳動粒子16がプラス(+)に帯電しているため、電気泳動粒子16はピラミッド状の泳動空間6の底辺6bに集まる。従って画素全体が酸化チタンの白色像となる。一方、第2の電極5に基準電位に対してマイナス(-)の電位が印加された画素では、電気泳動粒子がプラス(+)に帯電しているため、電気泳動粒子16は第2の電極5側に吸着し、ピラミッド状の泳動空間6の頂点6a部に集中する。従って、画素の中央に小さな正方形の酸化チタンの白色像が現れる。画素の周辺部は泳動媒体17と第1の電極4を透過して第1の基板2上の第1の電極4を見ることになるので、第1の電極4の黒色が表示される。この結果、画素中心部に小さな白色点を有するほぼ黒色の画像となる。このようにして各画素に印加する極性を制御することにより、コントラストが高く鮮明な白黒画像を得ることができる。

【0036】(第3実施形態)三角状突起構造体として図2(a)に示すような透明なアクリル樹脂からなる三角柱を使用して、図1に示す断面構造と類似した断面構造を有する電気泳動表示装置を作成する。三角柱の高さは100 μ m程度とする。第1の基板2には、厚さ1mmの赤色の顔料を分散させた赤色ガラス板を使用する。また、第2の基板3には厚さ1mmの透明なガラス板を使用する。第1の基板2の表面には、インジウム錫酸化物(ITO)薄膜を厚さ約0.5 μ mに真空蒸着して形

成した後、フォトリソグラフィーを使用して各画素の底辺に沿って所定の幅にパターンニングし、ストライプ状の透明な第1の電極4を形成する。一方、第2の基板3の表面にも厚さ約 $0.5\mu\text{m}$ のITO薄膜を真空蒸着して形成した後、フォトリソグラフィーを使用して前記第1の電極4と直交する方向に、各画素の中心の泳動空間6の頂点6aの沿って、細い透明な第2の電極5をストライプ状に形成する。

【0037】このようにして準備した第1の基板2と第2の基板3及び三角状突起構造体7を、図1に示すように三角状突起構造体7の頂点を第2の基板3の所定の位置に合わせ、第1の基板2を第1の電極4が各画素の中心に来るように重ね合わせて、周囲を図示しない封止部材を使用して張り合わせる。この状態を視野側から透視して見た電極配置を図5に示す。又、図5の線A-A'に沿った断面図を図6に示す。図5に示すように視野側から見ると画素10がマトリクス状に並んでおり、紙面左右方向にストライプ状の第1の電極4が形成されていて、紙面上下方向にはストライプ状の第2の電極5が形成されている。第1の電極4及び第2の電極5のピッチは、いずれも画素10のピッチと一致している。

【0038】分散系媒体としては以下のように準備する。電気泳動粒子16としては、平均粒径 $2\mu\text{m}$ のポリエチレン粒子表面を黄色顔料で被覆したものを使用する。また、泳動媒体17としてはシリコンオイルを用い、両者を電気泳動粒子の混合割合が5重量%となるように配合する。さらに分散安定性の向上のために微量に界面活性剤を添加し、分散系媒体とする。この場合電気泳動粒子16の表面のゼータ電位は正（プラス）に帯電している。このように調整した分散系媒体を第1の基板2と第2の基板3との間の三角状突起構造体7によって形成された断面が三角形の泳動空間6の中に封入して、電気泳動表示装置とする。

【0039】以下に、このようにして構成された電気泳動表示装置の駆動動作を説明する。先ず、図示しない電気回路により第1及び第2の電極4、5に直流電圧を印加できるように接続する。この際に例えば、ストライプ状の第1の電極4には各ストライプ毎に基準電位を印加できるように電気回路を構成する。又ストライプ状の第2の電極5には、各ストライプ毎に基準電位に対してプラス（+）又は基準電位に対してマイナス（-）の電位が印加できるように電気回路を構成する。このように電気回路を接続して、あるストライプ状の第1の電極4を選択すると同時に、各ストライプ状の第2の電極5には基準電位に対してプラス（+）又は基準電位に対してマイナス（-）の所望の電位が印加できるように制御回路を構成して、直流電圧を印加する。

【0040】各画素の表示は以下の通りとなる。一般に電気泳動表示装置では顕著なしきい値特性がないので、液晶表示装置のようなマトリクス表示は不可能である。

そこで電気泳動粒子が電極に吸着し、メモリー性を有していることを利用して、1ライン毎に選択してデータを送り込み、画像表示する。画像を変更する際は選択したラインを電氣的に解放して、データを送り込む。すなわち、各第1の電極4の選択したラインに基準電位を印加し、赤色表示したい画素のある第2の電極5のラインに基準電位よりもマイナス（-）の電位を印加する。このように電圧が印加された画素では、電気泳動粒子がプラス（+）に帯電しているので、電気泳動粒子は第2の電極5側に吸着し、三角形の泳動空間6の頂点6a部に集中する。従って画素の中央に細い線状の黄色像が現れる。画素の周辺部は泳動媒体17と第1の電極4を透過して第1の基板2を見ることになるので、第1の基板2の赤色が表示される。この結果、画素は中心部に細い黄色線を有するほぼ赤色の画像となる。

【0041】一方、黄色表示したい画素の第2の電極5のラインには、基準電位に対してプラス（+）の電位を印加する。このように電圧が印加された画素では、電気泳動粒子がプラス（+）に帯電しているので、電気泳動粒子は第1の電極4側に吸着し、三角柱の泳動空間6の底部6bに広がって集まる。従って画素全体が電気泳動粒子の黄色像となる。このようにして選択された第1の電極4のラインに沿って、赤色又は黄色画像が表示される。第1の電極4のラインを順次走査して選択し、上記のように印加電圧を制御していけば、全体としてコントラストが高く鮮明な赤・黄色の画像として表示される。

【0042】（第4実施形態）三角状突起構造体として図2（b）に示すような四角錐の連続体を使用して、図7に示す断面構造を有する電気泳動表示装置を作成する。三角状突起構造体7は、透明なアクリル樹脂をプレス成形して、底辺が約 $140\mu\text{m}$ の正方形で、高さが約 $100\mu\text{m}$ のピラミッド状の突起を連続させて形成する。ピラミッド状の突起の斜面に、誘電体層として透明なフッ素樹脂をディップコート法により $0.5\mu\text{m}$ ずつ5層形成したものを使用して、光帰帰構造体とする。

【0043】第1の基板2には、厚さ 1mm のガラス板を使用した。また、第2の基板3には厚さ 1mm の透明なガラス板を使用する。第1の基板2の表面には、アルミニウム（Al）薄膜を厚さ約 $0.5\mu\text{m}$ に真空蒸着して形成した後、フォトリソグラフィーを使用して各画素底辺の画素の中心の位置に、一辺が約 $10\mu\text{m}$ の透明な第1の電極4をマトリクス状に形成する。一方、第2の基板3の表面には厚さ約 $0.5\mu\text{m}$ のITO薄膜を真空蒸着して形成した後、フォトリソグラフィーを使用して各画素に合わせてマトリクス状の第2の電極5を形成する。このようにして準備した第1の基板2と第2の基板3及び三角状突起構造体7を、図7に示すように三角状突起構造体7の頂点が第1の基板2の所定の位置に来るように位置合わせして、第2の基板3を第2の電極5が各画素の中心に来るように重ね合わせて、周囲を図示し

ない封止部材を使用して張り合わせる。

【0044】分散系媒体としては以下のように準備する。電気泳動粒子16としては、平均粒径 $2\mu\text{m}$ のカーボンブラックを使用する。また、泳動媒体17としてはシリコンオイルを用い、両者を電気泳動粒子の混合割合が5重量%となるように配合する。さらに分散安定性の向上のために微量に界面活性剤を添加し、分散系媒体とする。この場合電気泳動粒子16の表面のゼータ電位は正（プラス）に帯電している。このように調整した分散系媒体を第1の基板2と第2の基板3との間の三角状突起構造体7によって形成された断面が三角形の泳動空間6の中に封入して、電気泳動表示装置とする。

【0045】以下に、このようにして構成された電気泳動表示装置の駆動動作を説明する。先ず、図示しない電気回路により第1及び第2の電極4、5に直流電圧を印加できるように接続する。この際に例えば、第1及び第2の電極4、5の各電極毎に極性を変えられるように電気回路を設定する。このように接続して各画素毎にプラス・マイナスの極性を所望の極性に制御できるように回路を構成して直流電圧を印加する。

【0046】各画素の表示は以下の通りとなる。図7に示すとおり、第1の電極4にマイナス（－）電位が印加され、第2の電極5にプラス（＋）が印加された画素10-1では、電気泳動粒子がプラス（＋）に帯電しているので、電気泳動粒子は第1の電極4側に吸着し、三角形の泳動空間6の底部に集まる。従って泳動空間6の上部はほとんど泳動媒体17となり上からの入射板光 L_1 は、三角状突起構造体7の斜面で全反射を起こして、入射光 L_1 と同じ方向へ反射してくる。従って、画素10-1は三角状突起構造体7の色を示し、ほとんど透明となる。

【0047】一方、図7に示すとおり、第1の電極4にプラス（＋）電位が印加され、第2の電極5にマイナス（－）電位が印加された画素10-3では、電気泳動粒子がプラス（＋）に帯電しているので、電気泳動粒子16は第2の電極5側に吸着し、三角形の泳動空間6の頂面部に集中する。上からの入射光 L_2 は電気泳動粒子16で吸収されるので、画素10-3は黒色となる。

【0048】このようにして各画素に印加する極性を制御することにより、コントラストが高く鮮明な黒色画像を得ることができる。

【0049】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の電気泳動表示装置では、電極だけに電気泳動粒子を吸着させて面積を変化させるだけでなく、電気泳動粒子の泳動空間も制限することによって、よりコントラストが高く鮮明な表示画像が得られる利点を有する。さらに、液晶表示装置に比較して基板間の間隙が大きく、選択・非選択電極間の漏れ電流によるクロストークが少なくなり、綺麗な表示画像が得られる利点を有する。さらに、電極を黒色マトリクスとして構成することにより、より一層コントラストを高めることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の電気泳動表示装置の要部を示す概略構成図である。

【図2】 本発明で使用する三角状突起構造体を示す外観斜視図である。

【図3】 本発明の電気泳動表示装置の作動原理を説明する図である。

【図4】 本発明で使用する画素駆動回路を示す等価回路図である。

【図5】 本発明の電気泳動表示装置の電極配置の一例を示す透視図である。

【図6】 図4の線A-A'に沿った断面図である。

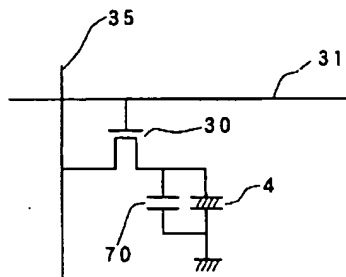
【図7】 本発明の別の電気泳動表示装置の作動原理を説明する図である。

【図8】 従来の電気泳動表示装置の作動原理を説明するための概略構成図である。

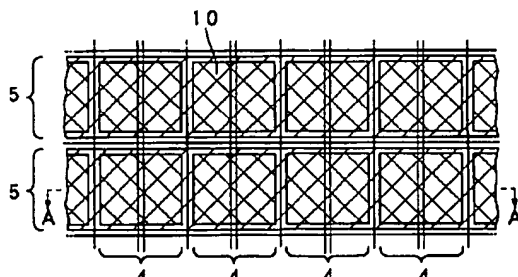
【符号の説明】

1……電気泳動表示装置、2、3……基板、4、5……電極、6……泳動空間、7……三角状突起構造体、8、9……絶縁層、10……画素、15……封止部材、16……電気泳動粒子、17……泳動媒体、18……スペーサー、19……眼、30……TFT、31……走査線、35……データ線、70……保持容量

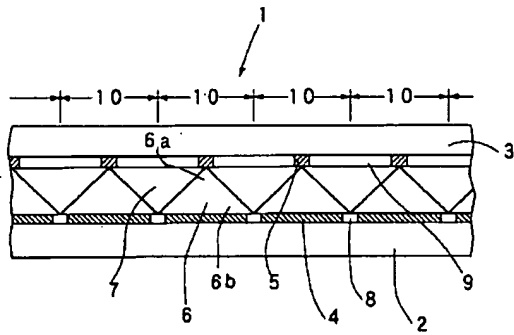
【図4】



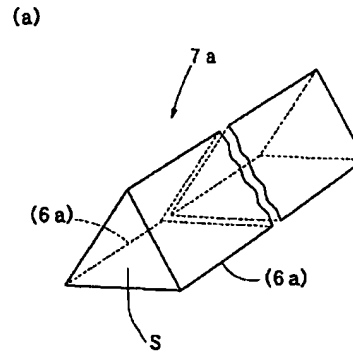
【図5】



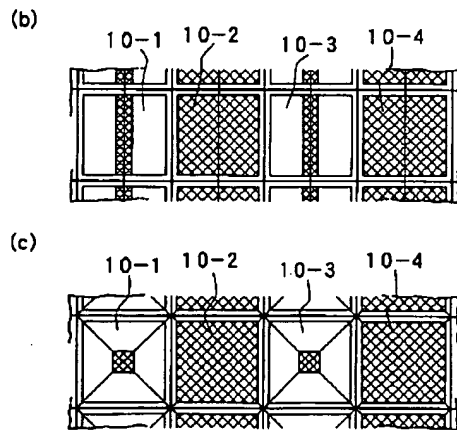
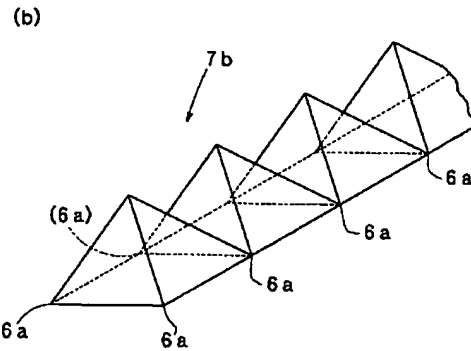
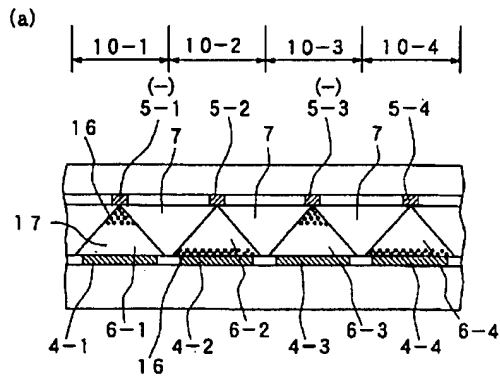
【図1】



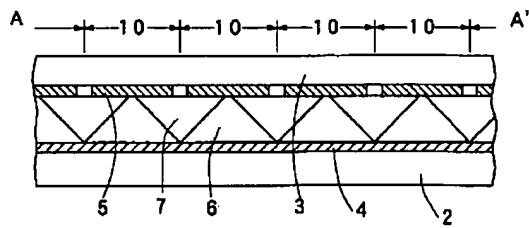
【図2】



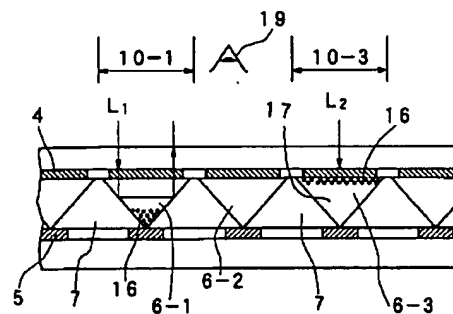
【図3】



【図6】



【図7】



【図8】

